Tijdschrift van het
**Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap**
DEEL 28 No. 5 1963

# Inleiding tot het SATCO-systeem

door J. S. Smit *)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap op 14 nov. 1962.

## Summary

This paper contains an introduction to SATCO, an automatic air traffic control system.

The paper first summarizes the various services which are related to or could be grouped under the heading Air Traffic Services and then describes in detail the various functions to be performed by a control and data processing system like SATCO.

Finally an outline is given of the build up of the SATCO system in the air traffic control centre at Schiphol, Amsterdam.

## 1. Luchtverkeersleiding

De bedoeling van deze inleiding is een inzicht te geven in een aantal problemen van de luchtverkeersleiding welke van betekenis zijn voor een juist begrip van het SATCO-systeem. SATCO betekent Signaal Automatic Air Traffic Control; het systeem is bedoeld om bepaalde taken van de luchtverkeersleidingsdiensten te verlichten en meer efficient te maken.

Wanneer wij over luchtverkeersleiding spreken dan wordt meestal direct gedacht aan een verkeersleider in een verkeerstoren op een vliegveld of, als men iets meer van de luchtvaart afweet, aan een aantal verkeersleiders in een verkeersleidingscentrale. Het is de taak van deze verkeersleiders om zodanige instructies aan de piloten te geven dat het luchtverkeer, zoals de internationale burgerluchtvaart-organisatie (ICAO) het uitdrukt, ,safe, orderly and expeditious' verloopt. Het is vooral de combinatie van deze drie eisen die bij enige verkeersdicht-

*) N.V. Hollandse Signaalapparaten, Hengelo.

heid de luchtverkeersleidingsdiensten voor problemen kan stellen.

Laten wij in eerste instantie eens kijken waar het SATCO-systeem past in de totaliteit van de luchtverkeersdiensten. Wij kunnen deze totaliteit n.l. verdelen in een aantal blokken of, zo U wilt, sub-systemen, welke elk op zich reeds een vrij omvangrijk en dikwijls tamelijk ingewikkeld geheel vormen. Uitgaande van de verkeersleider, die uiteindelijk een bepaalde instructie aan de piloot moet geven (dat is de verkeersklaring, het 'produkt' dat hij aflevert), dan zien wij dat deze verkeersleiders een hoeveelheid rekenwerk, vergelijken van gegevens, zoeken naar een beste oplossing, etc. uitvoeren, welke werkzaamheden kunnen worden samengevat als het '*control and data processing*'-blok.

Het is dit blok waarop SATCO zich concentreert. Maar er zijn andere waarmede in meer of mindere mate een directe relatie bestaat, zoals:

a) *grond-grond verbindingen*, welke nodig zijn om de gegevens van één verkeersleidingsinstantie naar een andere over te brengen;
b) *grond-lucht verbindingen*, nodig om de communicatie met de vliegtuigen te onderhouden;
c) *navigatie-hulpmiddelen*, grondbakens dus, welke door de vliegtuigen worden gebruikt voor het bepalen van een positie, voor het volgen van een bepaalde route, etc. Dit systeem van navigatie-hulpmiddelen is voor de verkeersleider daarom van belang, omdat hij in zijn verkeersklaringen rekening moet houden met de navigatiemogelijkheden van de vlieger;
d) radarsystemen, peilsystemen, samen te vatten onder de betiteling '*ground interpreted aids*', welke eveneens dienen om de posities van vliegtuigen te bepalen, doch waarbij het resultaat wordt afgelezen op de grond. Dit blok is uiteraard wel zeer nauw verbonden met ons uitgangspunt — 'control and data processing'-systeem;
e) de *meteorologische dienst*, waarvan de weergegevens continu worden gebruikt door de verkeersleidingsdienst, niet alleen om de vlieger te informeren over goed of slecht weer, maar ook om zo nauwkeurig mogelijke berekeningen van vluchttrajecten te maken door wind- en temperatuurgegevens daarbij te gebruiken;
f) *vluchtplan-berekeningen* welke door de luchtvaartmaat-

schappijen worden uitgevoerd zijn uiteraard van groot belang voor de verkeersleidingsdienst, omdat het voor een stabiel verloop van het luchtverkeer noodzakelijk is de wensen van de vlieger of luchtvaartmaatschappij te kennen;

g) een ander blok omvat een aantal onderwerpen welke in ICAO worden betiteld met *'aerodromes and ground aids*. Enkele voorbeelden hiervan zijn het start- en taxibanenstelsel van een vliegveld en het systeem van naderingsverlichting. Hoewel de relatie met ons centrale blok hier misschien niet al te duidelijk spreekt, bestaat deze toch wel. Zo is het b.v. van belang te weten welke taxiweg moet worden gevolgd om een startbaan te bereiken, niet alleen om de vlieger dit te kunnen mededelen, maar ook om te kunnen schatten hoeveel tijd zal verlopen tussen het verlaten van het platform en het moment waarop het vliegtuig gereed is om te starten;

h) het laatste blok dat hier genoemd kan worden is de *vliegtuigvoorbereiding*. Hierbij is het met name van belang te weten hoe zwaar het vliegtuig geladen is omdat dit, samen met het motorvermogen dat tijdens de klim zal worden gebruikt, het profiel van de klim bepaalt (uiteraard is correctie voor wind en temperatuur noodzakelijk).

Het terrein dat met het onderwerp luchtverkeer te maken heeft is dus enorm uitgebreid en onze interesse met betrekking tot SATCO is zeker niet beperkt tot één of enkele van de genoemde sub-systemen. De enige manier om een goedwerkend verkeersleidingssysteem op te bouwen is door al de opgenoemde sub-systemen in hun opbouw en organisatie op de juiste wijze te coördineren. Het is zelfs zo dat in bepaalde gevallen één sub-systeem het andere kan helpen, hetgeen wel bijzonder tot uiting komt bij de invoering van moderne elektronische apparatuur. In Amerika gebruikt men voor deze coördinatie en wederzijdse aanvulling het woord 'interface'. Zonder hierbij iets te kort te willen doen aan de importantie van de andere blokken meen ik te mogen stellen dat, waar het doel van de luchtverkeersbeveiliging is dat een verkeersleider een efficiente en veilige verkeersklaring aan de vliegtuigen verstrekt, het 'control and data processing'-systeem moet worden gezien als het centrale blok van het totale luchtverkeersbeveiligingssysteem.

## 2. Het centrale blok

Laten wij ons thans gaan concentreren op het laatstgenoemde blok. Vooropgesteld zij dat het doel is om een vliegtuig een instructie of verkeersklaring te geven, welke voor een zo lang mogelijke periode geldig is. Ideaal zou bijvoorbeeld zijn dat een DC-8 reeds vóór de start van Amsterdam zijn volledige klaring kreeg tot en met de landing in New York. Dit is nu eenmaal een onmogelijkheid maar het is daarentegen zeer zeker ook niet acceptabel om een systeem te hebben waarbij aan de vlieger op elk gegeven ogenblik een nieuwe instructie zou worden gegeven.

Hieruit volgt direct dat het noodzakelijk is om de wens, het voornemen van de vlieger te weten en dit gegeven zal in het algemeen de gehele vlucht omvatten. Het is de taak van de verkeersleider om zo mogelijk de vlucht te laten uitvoeren precies overeenkomstig de gestelde wens en alleen dan een afwijking op te dragen wanneer zulks voor de veiligheid noodzakelijk is; dat wil dus zeggen wanneer dat noodzakelijk is om aanvaringsgevaar met andere vliegtuigen te voorkomen. Maar zelfs dan zal hij een oplossing moeten zoeken, welke zo nauwkeurig mogelijk overeenkomt met de wens van de vlieger. De verantwoordelijkheidsverdeling is hierbij, dat de juistheid van een verstrekte verkeersklaring de verantwoordelijkheid van de verkeersleider is en dat het opvolgen van deze instructie een plicht van de vlieger is.

Wanneer laatstgenoemde, die uiteraard voor de vliegveiligheid van zijn vliegtuig verantwoordelijk is, om een of andere reden een verkeersklaring niet kan opvolgen, dan is hij verplicht zulks aan de betrokken verkeersleidingsdienst te melden, die dan weer een oplossing zal moeten zoeken welke wèl kan worden opgevolgd. In het in fig. 1 gegeven diagram zijn de hoofdfuncties, welke een verkeersleidingsdienst vervult, aangegeven. Zoals reeds eerder gezegd wordt altijd begonnen met een basisgegeven, dat de wens van de vlieger aangeeft. Zo'n basisgegeven kan variëren van een zeer korte mededeling tot een bijzonder uitgebreid vliegplan. Uit dit basisgegeven wordt, rekening houdende met de meteorologische gegevens, een berekening van de verwachte vluchtbaan gemaakt (prediction) voor het gebied waarvoor de verkeersleidingsdienst verantwoordelijk is. Dit gegeven wordt aan één of meer verkeersleiders verstrekt en op een of andere wijze getoond. (Dit is dus de tweede functie, 'display and data distribution'.)

De verkeersleider gaat nu dit gegeven vergelijken met de hem beschikbare gegevens van andere vliegtuigbewegingen teneinde na te gaan of dit nieuwe vliegtuig ook een conflict kan veroorzaken met een ander. Dit conflictonderzoek is uiteraard een bijzonder belangrijk onderdeel; het resultaat hiervan kan zijn dat al of niet een wijziging in de vluchtbaan is vereist. Zo ja, dan moet dus de juiste wijziging worden gezocht en dit proces noemen wij conflictoplossing. Speciaal bij deze laatste twee functies is het van uiterst groot belang dat de verkeers-

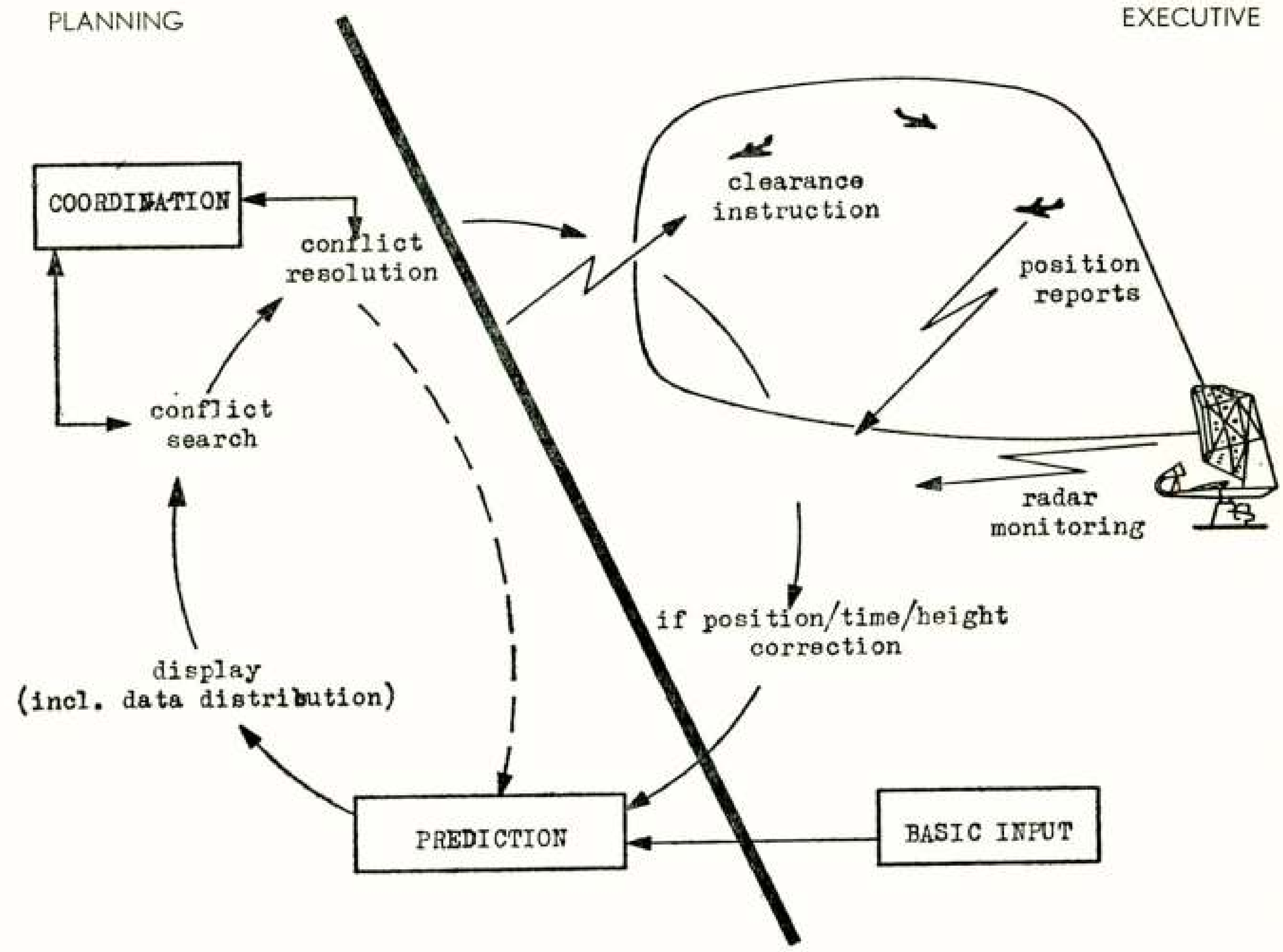



Fig. 1
Hoofdfuncties van de verkeersleidingsdienst

leider zijn onderzoek en beslissing coördineert met zijn collega's die na hem verantwoordelijk zullen zijn voor het betrokken vliegtuig (b.v. in een opvolgend gebied), alsmede met collega's welke verantwoordelijk zijn voor ander luchtverkeer in dezelfde luchtruimte (dit kan b.v. voorkomen wanneer civiele en militaire verkeersleidingsdiensten gescheiden zijn). Dit is met name daarom van zo groot belang omdat, wanneer de oplossing van één verkeersleider tot gevolg heeft dat een andere verkeersleider met een (nieuwe) conflictsituatie wordt geconfronteerd, het systeem allesbehalve efficient werkt. Deze coördinatie is zeer dikwijls

een van de moeilijkste problemen waarvoor de luchtverkeersdiensten zich gesteld zien. Als resultaat van het conflictonderzoek en de conflictoplossing wordt een beslissing genomen welke in de vorm van een verkeersklaring wordt neergelegd. Deze conflictoplossing heeft dikwijls tot gevolg dat een herberekening van de vluchtbaan, een correctie van de getoonde gegevens en als controle nog een nieuw conflictonderzoek moeten plaatsvinden. Dit is aangegeven in het diagram als een gestippelde lijn. De verkeersklaring wordt tenslotte via de radio aan de vlieger medegedeeld en is voor hem daarna dus bindend. De functies welke wij nu doorlopen hebben, hebben alle betrekking op hetgeen met het vliegtuig 'in de toekomst' zal of moet gebeuren. Het is logisch dat wat op dit moment gebeurt ook voor de verkeersleider van belang is, maar het 'in de toekomst werken', waarbij de toekomst kan variëren in tijdsduur, is toch wel iets om nog eens apart de nadruk op te leggen. Immers, het doel is om verkeersconflicten te voorkomen en niet om reeds ontstane conflictsituaties te ontwarren; het is noodzakelijk om zulke conflicten tijdig op te merken vóór ze plaats vinden, en dan de geëigende maatregelen te nemen. Vandaar dus de berekening van de verwachte vluchtbaan, het daarop gebaseerde conflictonderzoek en de eventuele conflictoplossing.

In de berekening van de verwachte vluchtbaan, hoe nauwkeurig die ook wordt uitgevoerd, zijn evenwel een aantal meer of minder onzekere factoren. Zo is het b.v. normaal dat de ontvangen meteorologische gegevens (wind en temperatuur) niet 100% overeenkomstig de werkelijkheid zijn, vliegtuigkarakteristieken verschillen zelfs tussen vliegtuigen van hetzelfde type, vliegers wijken iets af van de standaard-vliegprocedures, etc. Dientengevolge is het noodzakelijk om regelmatig te controleren of het vliegtuig zich inderdaad voortbeweegt overeenkomstig de gemaakte berekening. Bij de separatie-minima welke worden toegepast bij het conflictonderzoek is uiteraard een veiligheid voor afwijkingen in aanmerking genomen, maar een regelmatige controle op de voortgang van het vliegtuig maakt het mogelijk om vroegtijdig afwijkingen te ontdekken en zo nodig te corrigeren met zo weinig mogelijk ingrijpende maatregelen. Daarenboven geeft een frequente voortgangs-controle samen met een goede vluchtbaanberekening de mogelijkheid om kleine separatieminima te gebruiken, hetgeen natuurlijk betekent dat meer verkeer kan worden verwerkt omdat een meer economisch gebruik van de luchtruimte wordt gemaakt.

Deze voortgangs-controle, in fig. 1 aangegeven als 'flight progress check', kan heden ten dage op twee manieren worden uitgevoerd, nl. door gebruik te maken van een positiemelding van de piloot en door de positie van een vliegtuig af te lezen van de radar. In het eerste geval wordt de tijd van de positiemelding vergeleken met de berekende (verwachte) tijd voor dezelfde positie, in het tweede geval wordt de positie van de radar vergeleken met de verwachte positie op het tijdstip van de radarwaarneming. Hoogte is natuurlijk ook een essentiële factor; deze wordt in de luchtverkeersleiding uitsluitend via een radioverbinding met de piloot verkregen; de aflezing van de hoogtemeter in het vliegtuig wordt dus gebruikt.

Als uit de 'flight progress check' blijkt dat een niet-toelaatbare afwijking heeft plaats gevonden, dan is het duidelijk dat twee wegen openstaan: ofwel de vlieger wordt zodanig geïnstrueerd dat hij op de geklaarde vluchtbaan terugkeert, ofwel met de nieuwe positie en hoogte als uitgangspunt wordt een nieuwe vluchtbaanberekening gemaakt, de getoonde gegevens worden gecorrigeerd, een nieuw conflictonderzoek wordt uitgevoerd, eventueel gevolgd door een conflictoplossing en zo nodig wordt een gecorrigeerde verkeersklaring aan de vlieger verstrekt, hiermee is de kring gesloten.

De boven beschreven cyclus van functies wordt voortdurend uitgevoerd in een verkeersleidingscentrum; soms in zijn geheel door elke verkeersleider, soms door een team van verkeersleiders die elk een aantal functies uitvoeren en de gegevens aan elkaar doorgeven, zodat toch weer de cyclus wordt voltooid.

Alvorens aan te geven wat in de verschillende stadia van opbouw van het SATCO-systeem op Schiphol is geautomatiseerd nog even iets over de verkeersleidingsmethode: hoewel de detailuitvoeringen uiteenlopen, kunnen alle verkeersleidingssystemen worden teruggebracht tot één van twee basis-methoden nl. een systeem van vaste routes en een systeem met vrije routekeuze.

Bij een systeem van vaste routes bestaan in de routes vaste posities (radiobakens) en de vluchtbaanberekening komt neer op het berekenen van tijden en hoogten op deze vaste posities in de route. Het conflictonderzoek bestaat uit het zoeken naar onvoldoende separaties in hoogten en tijden op de vaste posities en in de route-segmenten daartussen, waarbij deze segmenten gewoonlijk als blok worden beschouwd. Het gehele systeem is

dus gebaseerd op vaste posities, de klaringen worden daarop aangepast en de voortgangscontrole geschiedt ook op deze posities.

In een syseeem met vrije routekeuze moet de basis van het systeem anders worden gelegd; immers naast de hoogte zal ook de route (de in tijd elkaar opvolgende posities dus) volkomen flexibel moeten zijn. Voor een conflictonderzoek is het evenwel noodzakelijk om een constante te hebben op basis waarvan men vergelijkingen kan maken; in dit geval, waar dus geen vaste posities hiervoor genomen kunnen worden, wordt de tijd als vaste factor genomen en over eenzelfde tijdsperiode in de toekomst worden posities en hoogten in kleine tijdstapjes met elkaar vergeleken.

## 3. Het SATCO-systeem op Schiphol

De eerste ontwikkeling van SATCO, welke in 1956 begon, is gericht geweest op een verkeersleidingssysteem van vaste routes, nl. het luchtwegensysteem; de elektronische rekenaar is evenwel direct voor meer flexibele toepassing ontwikkeld, waardoor later op basis van deze zelfde rekenaar de ontwikkeling van een vrije routekeuze-SATCO ter hand kon worden genomen. Thans zijn beide systemen in produktie.

De verschillen tussen beide systemen zitten vooral in de presentatie van de gegevens voor de verkeersleider en, zeker niet in de geringste mate in de programmering, hetgeen voor complexe problemen als deze geen eenvoudige opgave is.

Tenslotte dan een overzicht van de ontwikkeling van SATCO voor de Nederlandse Rijksluchtvaartdienst te Schiphol. De installatie van de automatisering geschiedt in fasen. In 1960 werd de eerste fase geïnstalleerd en in 1961 werd deze in operationeel gebruik genomen. Fase I is uitsluitend bestemd voor de algemene verkeersleidingsdienst (area control centre, ACC), welke is belast met de verkeersleiding in de luchtwegen. De installatie bestaat uit een rekenaar waarop drie telexapparaten zijn aangesloten. Eén telex wordt gebruikt om de basisgegevens in te voeren: een uittreksel uit het vliegplan van de vlieger. De vluchtbaanberekening wordt uitgevoerd door SATCO en de resultaten worden getoond door het uittypen op een van de twee andere telexapparaten van vluchtgegevens voor elke vaste positie welke wordt gepasseerd.

Deze gegevens worden getypt op zgn. vluchtstrookjes (flight progress strips), welke dan voor de verkeersleiders worden ge-

plaatst op hun 'flight progress board', fig. 2. Bij de vluchtbaanberekening wordt de wind, welke afzonderlijk wordt ingevoerd en door de rekenaar wordt onthouden, in rekening gebracht. De berekende vlucht wordt in een trommelgeheugen opgeslagen en desgewenst kunnen wijzigingen op de vlucht worden ingevoerd, waarna SATCO nieuwe vluchtstrookjes produceert.

In fase II wordt een grote stap verder gegaan. De verkeers-



Fig. 2

Verkeersleider werkt aan een afleesbord met papieren vluchtstrookjes (fase I)

leiders worden nu uitgerust met automatische afleesborden, waarop d.m.v. elektromechanische afleeseenheden de door de rekenaar berekende gegevens worden getoond. De basisinvoer geschiedt nog steeds via een telex, maar correcties – zoals verkeersklaringen, positiemeldingen – worden d.m.v. toetsenbordjes ingevoerd en de resultaten daarvan verschijnen binnen één of twee seconden op alle automatische afleesborden waar gegevens van deze vlucht

worden getoond. Hierdoor wordt de coördinatie tussen verkeersleiders ook voor een groot deel geautomatiseerd. De vluchtberekeningen zelf worden nauwkeuriger uitgevoerd dan in fase I, omdat behalve de wind nu de temperaturen op de verschillende hoogten, het startgewicht van het vliegtuig en het motorvermogen in rekening worden gebracht. Een geheel nieuwe functie is het conflictonderzoek dat in fase II ook door de rekenaar wordt uitgevoerd, waardoor de rekenaar dus wel een heel belangrijke controle op de verkeersleider gaat uitvoeren (immers ook elke ingevoerde verkeersklaring, de door de verkeersleider



Fig. 3
De automatische afleesborden bestemd voor Schiphol (fase II)

gegeven conflictoplossing dus, wordt onderworpen aan een conflictonderzoek door SATCO).

De automatische afleesborden scheppen nog een aantal mogelijkheden meer, zoals waarschuwingslampsignalen, beperken van de hoeveelheid getoonde gegevens en alleen wanneer nodig opvragen van aanvullende gegevens, het op tijd tonen van gegevens, etc.

Fase II schakelt ook andere onderdelen van de verkeersleidingsorganisatie van Schiphol in. De verkeerstoren, de naderingsverkeersleidingsdienst en de vluchtinformatiedienst worden voorzien van in- en/of uitvoer telexapparatuur. Hierdoor kan een

deel van de uitwisseling van gegevens tussen deze diensten via de rekenaar lopen, hetgeen telefoneren (en tijd) spaart.

Fase II zal in 1963 op Schiphol worden geinstalleerd, waarna uiteraard een uitgebreide opleidingsperiode zal volgen, alvorens de installatie operationeel wordt ingezet.

Voor fase III zijn de ontwerpen in eerste aanleg gereed. Deze fase zal zich concentreren op het koppelen van de radar aan de SATCO-installatie. Hierdoor wordt het mogelijk om op de radarbeeldbuis een directe vergelijking te maken tussen de door SATCO berekende positie en de radarpositie, alsmede om wanneer nodig op eenvoudige wijze via een door een stuurkogel gestuurd merkteken vanaf de beeldbuis direct een positie in te voeren in SATCO, die daarmede dan een nieuwe vluchtbaanberekening zal uitvoeren, de getoonde gegevens corrigeren, een conflictonderzoek uitvoeren, etc.

Bovenstaand overzicht moest helaas zeer onvolledig zijn. Er zijn vele, zeer vele factoren welke evenveel recht hebben om te worden genoemd. Daar zijn b.v. de vele maatregelen nodig om de betrouwbaarheid van het systeem zo hoog mogelijk op te voeren, 'back-up' bij uitvallen van een gedeelte of van het gehele systeem, de gecompliceerdheid van verkeersklaringen, problemen van de programmering, etc. En verdere, nieuwe ontwikkeling is uiteraard ook een interessant onderwerp. Ondanks deze onvolledigheid hopen wij enig idee te hebben gegeven van het doel van het SATCO-systeem, waarmede de Nederlandse luchtvaart andermaal heeft getoond zeer progressief te zijn, want met dit systeem heeft de Nederlandse Rijksluchtvaartdienst zich in de wereld een toppositie verworven in de automatisering van de luchtverkeersleiding.

*Manuscript ontvangen 9 januari 1963.*

# Vliegveldradarsysteem

door J. V. Bolier *)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap op 14 nov. 1962.

## Summary

Starting with a short survey of basic requirements for an airtraffic control radar system, a review is given of the considerations underlying system design.

Stress is laid on the flexibility to meet different operational requirements, to enlarge an existing system and to provide possibilities for cooperation with secondary surveillance radar and a computer.

A description of a system with transistorized equipment is given; a system adapted for two independently working radars. the information of which can be presented on the P.P.I. by controller's selection.

## 1. Inleiding

Met een vliegveldradarsysteem wordt hier bedoeld een systeem bestaande uit een of meer radarzend-ontvangers met antenne(s) en de informatie-verwerkende apparatuur, ook wel beeldkast-apparatuur genoemd.

Was het tot voor enige jaren nog zo, dat de diverse apparaten voor een radarsysteem van betrekkelijk eenvoudige uitvoering waren en door de industrie veelal als separate eenheden aan de gebruiker geleverd werden, tegenwoordig is de samenhang tussen de verschillende ,bouwstenen' dermate ingewikkeld geworden, dat het noodzakelijk is dat niet alleen deze ,bouwstenen' maar ook de ,samenhang', dus een compleet systeem, geleverd wordt.

In het hiernavolgende zullen de specifieke problemen en mogelijkheden van een vliegveldradarsysteem nader in beschouwing genomen worden.

## 2. Enige algemene eisen

Het gebruik van radar ten behoeve van luchtverkeersbevei-

*) N.V. Philips Telecommunicatie Industrie, Hilversum.

liging voor de burgerluchtvaart is ontstaan uit het toepassen van radar op militair gebied.

Ofschoon er, technisch en operationeel, gelijke problemen voor beide toepassingsgebieden zijn, zijn er toch enige markante verschillen, waarvan er in het nu volgende enige behandeld zullen worden.

Operationeel gezien geldt in het algemeen, dat uit militair oogpunt de doelen (eigen jagers en vijandelijk toestellen) ,op elkaar gebracht' moeten worden, terwijl de civiele luchtverkeersbeveiliging tot taak heeft de vliegtuigen op een voorgeschreven veilige afstand gescheiden te houden. De civiele luchtverkeersbeveiliging zal in veel grotere mate kunnen rekenen op medewerking van de piloot voor aanvullende informaties.

Technisch speelt de eis, dat de apparatuur voor civiele toepassing continu in bedrijf moet zijn een zeer grote rol. Bij militaire systemen is er altijd wel tijd beschikbaar voor controle en onderhoud, waarbij de apparatuur tijdelijk buiten bedrijf is. Bij civiele systemen is dit niet het geval en veel apparatuur zal dan ook dubbel uitgevoerd moeten worden.

Meestal zullen de operationele eisen en de technische mogelijkheden een soort wisselwerking op elkaar hebben. Daar de gebruiker meestal niet de ontwikkelingen op technisch gebied kan bijhouden en omgekeerd de technicus zich soms moeilijk een voorstelling kan maken van de wensen van de gebruiker, blijkt steeds weer dat contact tussen beide groepen zeer wenselijk is, alvorens een project uitgewerkt wordt.

Zo is bijvoorbeeld de eis, dat punten op de aanvliegbanen in het radarbeeld met een zo groot mogelijke nauwkeurigheid vertoond moeten worden, aanleiding geweest hiervoor een speciaal apparaat te ontwikkelen. Het is daarentegen ook voorgegekomen, dat kennis nemende van de mogelijkheden voor het vertonen van markeringen en lijnen in het radarbeeld, de gebruiker nieuwe mogelijkheden zag.

## 3. Overweging bij systeemontwerp

Bij het ontwerp van een systeem dienen overwegingen. waarvan in het hiernavolgende enige genoemd zijn, uitgangspunten te zijn. Overwogen moet onder andere worden:

a. In hoeverre moet en kan aan diverse eisen van de gebruikers tegemoet gekomen worden.

Deze wensen plegen van geval tot geval te verschillen tengevolge van de operationele eisen.

b. Hoe kan met de steeds technisch gecompliceerder wordende apparatuur de betrouwbaarheid zo hoog mogelijk opgevoerd worden. Dit mede in verband met het door de gebruiker meestal moeilijk te verkrijgen onderhoudspersoneel, waarbij van dit personeel steeds grotere technische kennis gevraagd wordt.

Met het oog hierop dienen o.a. de noodzakelijke afregelingen van de apparatuur tot een minimum beperkt te worden. En, waar deze onvermijdelijk zijn, moeten de daarvoor uit te voeren handelingen en de indicaties van de juiste afregelingen zo eenvoudig mogelijk gehouden worden.

c. Hoe kan de gebuiker in staat gesteld worden met een klein systeem te beginnen en later dit systeem uit te breiden, zonder dat reeds aanwezige apparatuur overbodig wordt en, wat veelal zeer belangrijk is, met een minimum aan onderbreking van het in gebruik zijnde systeem.

d. Met welke in de toekomst toe te passen apparatuur voor luchtverkeersbeveiliging moet rekening gehouden worden. Voorbeelden hiervan zijn; secundaire radar en rekenmachines.

e. Hoe kan de informatie van de radarzend-ontvanger naar een verkeerscentrum (beeldkastensysteem) overgebracht worden, indien de afstand groter dan 2 à 3 km wordt. Hiervoor komen kabels of straalverbindingen in aanmerking.

## 4. Zend-ontvanger, beeldkasten

De eigenschappen, welke een radarzend-ontvanger voor luchtverkeersbeveiliging moet hebben, hangen uiteraard sterk af van de toepassing.

Grote vliegvelden zullen in het algemeen behoefte hebben aan een ‚lange-afstandsradar' met een bereik tot ca. 200 nm*) en een radar voor het naderingsverkeer met een bereik tot 50 à 60 nm.

Kleine vliegvelden volstaan meestal met een type radarzend-ontvanger, waarbij een compromis gesloten is tussen de eisen voor de algemene (grotere afstanden) verkeersleiding en die voor het naderingsgebied.

Kunnen de radars, afhankelijk van de operationele eisen nogal verschillen, voor de beeldkasten met bijbehorende apparatuur

[1]) Philips' Telecomm. Review Vol. 22 no. 2 blz. 51-62.

is dit binnen zekere grenzen minder het geval. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk het beeld van twee geheel verschillende radars naar keuze op een beeldkast te vertonen met behulp van een daartoe geschikt schakelsysteem.

Bij het ontwerp van het beeldkastensysteem moet echter meer rekening gehouden worden met de wenselijkheid informatie aan die van de radar toe te voegen.

Deze informatie kan bijvoorbeeld zijn:

a) Markeringen voor het uitwisselen van gegevens tussen verschillende beeldkasten (interconsole-markering) en het zenden van gegevens naar een rekenaar.
b) Markeringen met positie, roepnaam en hoogte van vliegtuigen, zoals deze uit de rekenaar komen.
c) Een koers- en afstandlijn. Een lijn, waarmede de waarnemer koers- en afstandmetingen kan verrichten vanuit elk punt in het beeld.
d) Peillijnen, waarvan de richtingen bepaald worden uit de gegevens van de peilstations.
e) Markering van landingsrichtingen. Een markering door punten, waarvan de posities nauwkeurig vastliggen.
f) Een kaart, welke de luchtwegen en/of andere geografische punten aangeeft (videokaart).
g) Gegevens verkregen uit het secundaire radarsysteem.

## 5. Uitvoering van een systeem

In figuur 1 is een radarsysteem bestaande uit diverse bouwstenen weergegeven.

De apparatuur is, waar mogelijk, *getransistoriseerd*.

5.1. De radarzend-ontvanger is dubbel uitgevoerd. Het systeem is zodanig, dat beide zend-ontvangers tegelijkertijd kunnen werken in zogenaamde ,frequency diversity'. Dit wil zeggen, dat de zendfrequenties enige honderden megaherz verschillen.

Enige voordelen van deze werkwijze zijn:

a) Vergroting van het bereik t.o.v. dat met een enkele zender verkregen.

b) Meer mogelijkheden tot het onderdrukken van bewegende doelen met lage snelheden.

c) Minder storingsgevoeligheid.

De combinatie van zender- en antenne-eigenschappen is zo gekozen, dat voor de gestelde reikwijdte met een voor moderne radars betrekkelijk laag verwogen gewerkt wordt.

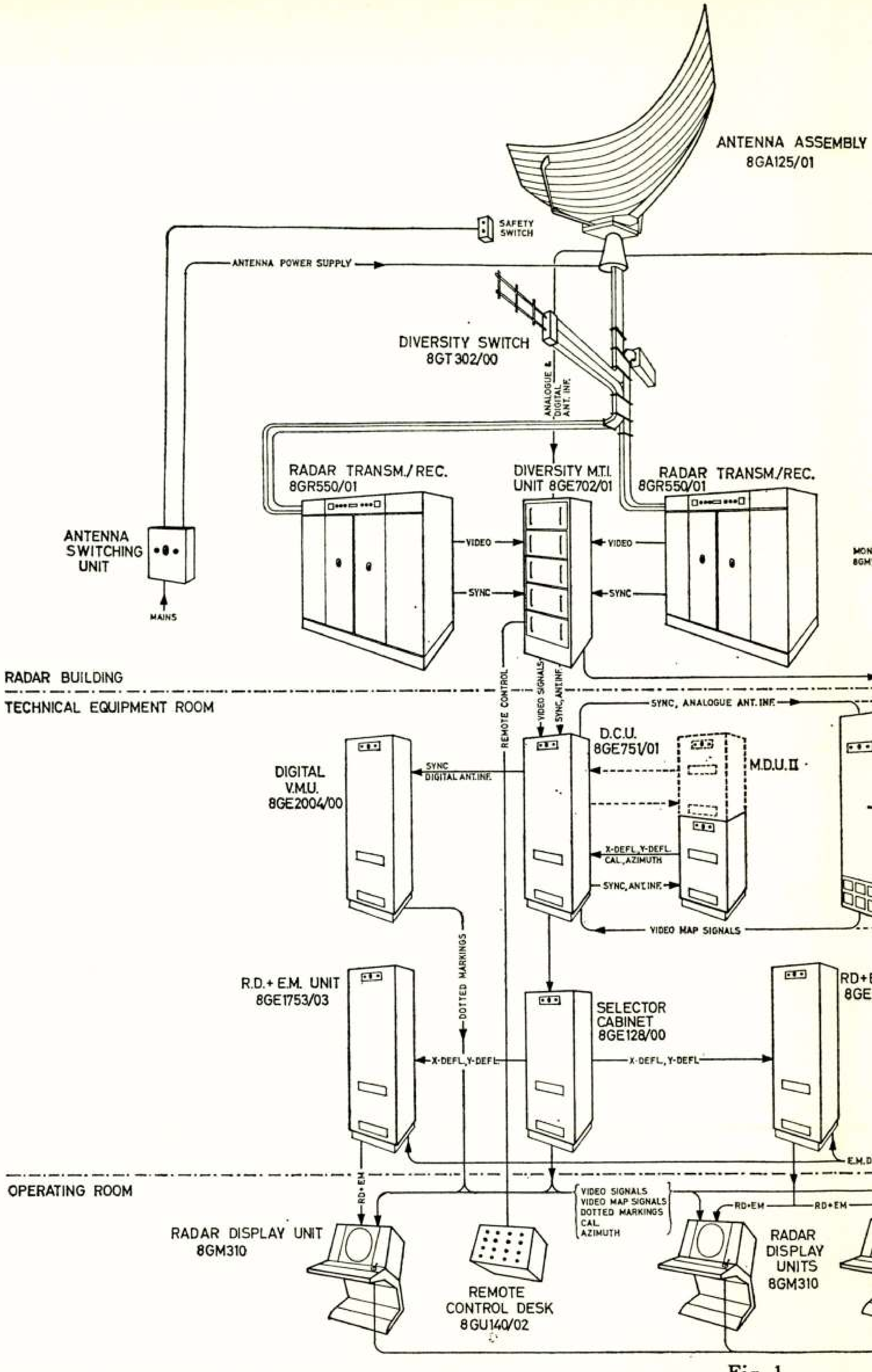



Fig. 1
Compleet radarsysteem

getast. De informatie wordt in de vorm van videosignalen naar de beeldkasten gezonden.

De hierboven beschreven apparatuur is in aantal en grootte *onafhankelijk* van het aantal aan te sluiten beeldkasten.

Alle informatie betreffende de radar en de bijbehorende kaartvideo wordt naar de selectie- (en distributie-) kast gevoerd. Deze kast bevat, van elkaar onafhankelijke, selectie-eenheden in een even groot aantal als het aantal beeldkasten.

In een selectie-eenheid kunnen op afstand vanaf de aangesloten beeldkast verschillende videosignalen van een radar gekozen worden. Tevens kan de informatie van een eventueel tweede aangesloten radar ter presentatie op de beeldkast ingeschakeld worden.

De uitgangen van de selectoreenheden zijn verbonden met de radardeflectie- en echomarkeereenheid ($RD + EM$) of met de beeldkast. In de $RD + EM$ - eenheid worden de signalen nodig voor het afbuigen van de elektronenstraal van de kathodestraalbuis in de beeldkast in de juiste vorm gebracht en in de gewenste tijdsvolgorde geplaatst. Hiervoor is een programmering aanwezig. Deze programmering zorgt er tevens voor, dat op de beeldbuis op het juiste moment de helderheid (straalstroom) gestuurd wordt, aangevende wanneer een informatie op de beeldbuis „geschreven" moet worden. In deze eenheid worden dus ook de positie-en richtinggegevens van rekenmachine-markeringen, peillijnen, markering voor aanwijzing vanaf andere beeldkasten ingevoerd.

Een maximum van drie beeldkasten kan op één $RD + EM$-eenheid aangesloten worden, zij het met beperkte onafhankelijke presentatiemogelijkheden. Dit houdt in een mogelijkheid tot uitbreiden van een systeem met een minimum aan kosten.

De beeldkasten zijn voorzien van een 40 cm-beeldbuis en bestaan uit een standaarddeel, dat behalve de beeldbuis en de elektronische circuits een bedienpaneel omvat, met bedienorganen nodig voor instelling van het juiste beeld.

Bedienorganen, welke specifiek behoren tot de operationele toepassing en dus voor de algemene en de naderingsverkeersleiding verschillend kunnen zijn, worden separaat bij de beeldkasten opgenomen. Met deze opzet wordt tegemoet gekomen aan de wens van de gebruiker om de beeld-

kasten in een systeem onderling uitwisselbaar te maken.

5.3. In de figuren 2 tot en met 5 wordt weergegeven welke informaties aan het radarbeeld ten behoeve van de lucht-

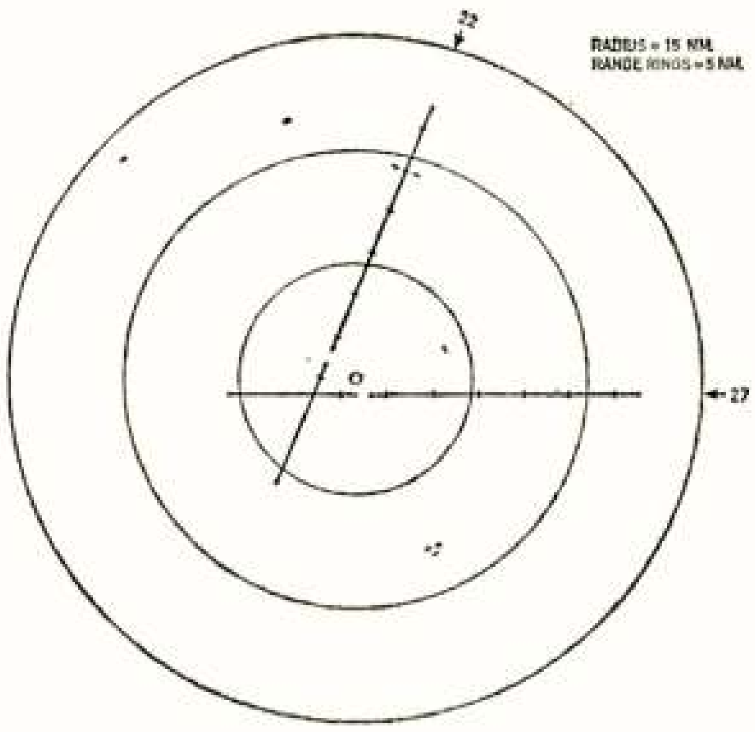



Fig. 2
Markering van de landingsrichting

verkeersbeveiliging toegevoegd kunnen worden. De in deze figuren afzonderlijk weergegeven informaties kunnen in werkelijkheid tegelijkertijd op de beeldbuis gepresenteerd worden.

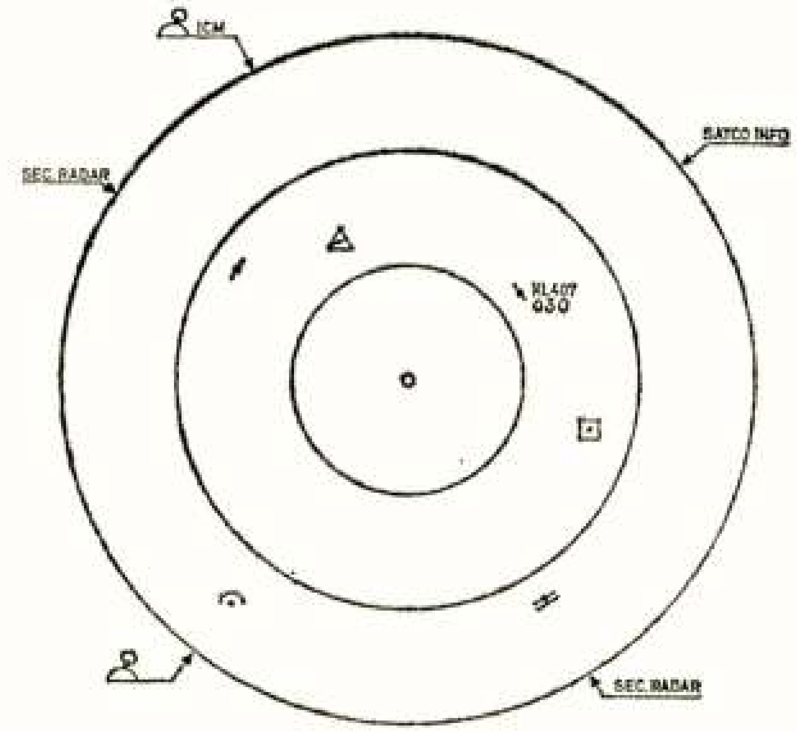



Fig. 3
Peillijnen, koers- en afstandlijn

In figuur 2 zijn markeringen weergegeven in de landingsrichtingen en het landings- en startpunt op de baan. Met behulp van digitale technieken, wordt de ligging van deze punten nauwkeurig vastgesteld en gehandhaafd, zonder dat

een voortdurende controle nodig is. Door deze punten wordt een lijn aangebracht met een korte onderbreking op de positie van de landingsbaan. De lijn wordt in de

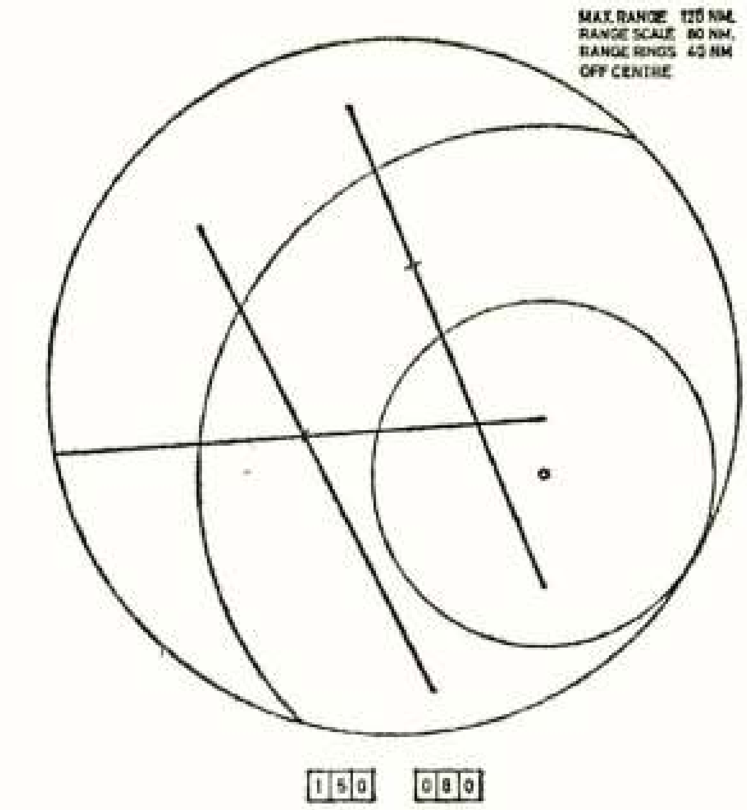



Fig. 4
Diverse positiemarkeringen

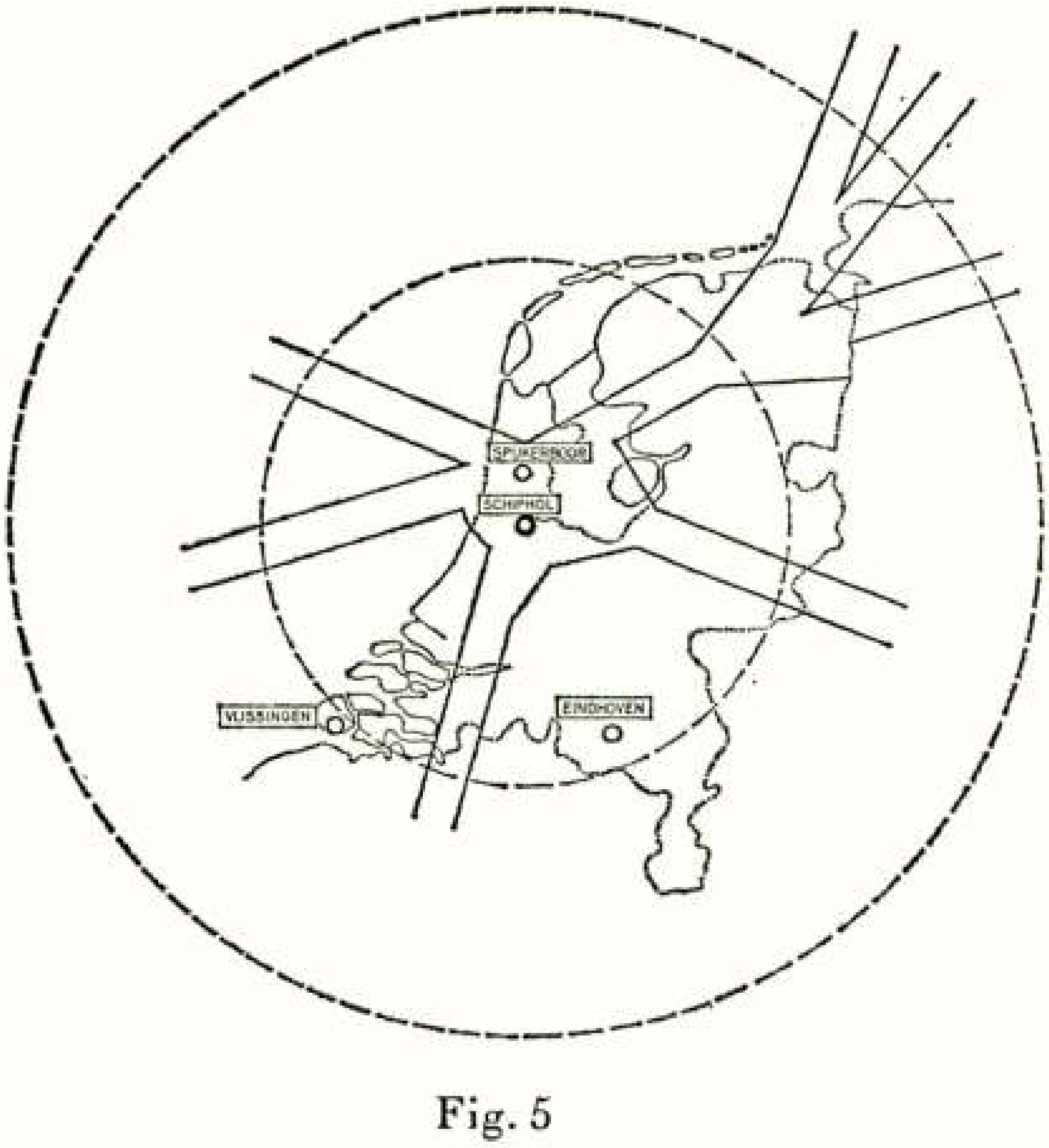



Fig. 5
Kaart met luchtwegen

startrichting over enige afstand voortgezet. Het systeem is zodanig ingericht. dat vanaf de beeldkast telkens twee uit acht mogelijke landingsrichtingen gekozen kunnen worden.

In figuur 3 zijn in een gedecentreerd radarbeeld twee peillijnen en een koers-afstandlijn weergegeven. De richtingsgegevens van de peilstations worden in een voor het beeldkastensysteem geschikte vorm gebracht met behulp van een peillijnomvormer. De oorsprong van de koers- en afstandlijn kan op elk punt in het beeld ingesteld worden. De lijn kan over 360$^0$ ingesteld worden, terwijl een meetmerk over de lijn bewogen kan worden. Koers- en afstand worden op tellers afgelezen.

In figuur 4 zijn enige markeringen aangegeven afkomstig van een bij de beeldkast opgenomen ‚joy-stick', of van een 'joy-stick' bij een andere beeldkast van het systeem (interconsole-markering). Ook is een voorbeeld gegeven van informatie uit een rekenaar, aangevende berekende positie, roepnaam en hoogte.

Figuur 5 tenslotte geeft een elektronisch geschreven kaart weer, o.a. luchtwegen en naderingsgebied aangevende.

*Manuscript ontvangen 3 januari 1963.*

# Promil, een numeriek bestuurde freesbank voor het vervaardigen van scheepsschroefmodellen

door Sj. Tysma *)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap op 14 nov. 1962.

**Summary**

The research on e.g. ship-propellers asks for an accurate manufacture of models. The automation desired herewith led to the development of numerically controlled milling machines. In this article the principles of such a milling--machine called Promil are described.

## 1. Inleiding

Bij het ontwerpen en onderzoeken van pompen, ventilatoren scheepsschroeven e.d. maakt men reeds lange tijd gebruik van het modelonderzoek. Hierbij wordt een hanteerbare verkleining van het te onderzoeken object of een deel daarvan aan een aantal experimenten onderworpen, waarvan de resultaten dienen om een vrij betrouwbare voorspelling te doen aangaande de gedragingen van het voorwerp op ware grootte.

Een dergelijk modelonderzoek is gebaseerd op één of meer modelregels, die in de vorm van *kengetallen* uitdrukken, welke verhoudingen er tussen de verschillende stromingsfactoren in werkelijkheid en op schaal dienen te bestaan voor het verkrijgen van vergelijkbare resultaten. Zo zullen bij een modelschaal 1:10 of 1:20 de lineaire afmetingen een factor 10 of 20 kleiner zijn, hetgeen een model vraagt met een tien-, respectievelijk twintigvoudige nauwkeurigheid. De oppervlakte-gesteldheid (ruwheid) kan daarentegen in een geheel andere verhouding mee (moeten) veranderen, b.v. 1:100.

---

*) N.V. Hollandse Signaalapparaten, Hengelo.

Het grote probleem, waarmee men bij het modelonderzoek dan ook steeds weer geconfronteerd wordt, is het vervaardigen van de modellen. Door de gewoonlijk gecompliceerde vorm is fabricage met behulp van conventionele machines welhaast onmogelijk en tot dusver geschiedt de vervaardiging nog hoofdzakelijk met de hand, hetgeen zeer tijdrovend is. Daarnaast kan door een tekort aan kundige handwerkslieden nauwelijks aan de steeds toenemende vraag naar modellen worden voldaan.

Om deze redenen zoekt men in de laboratoria naar een zekere automatisering van het produktieproces en dit heeft mede geleid tot de ontwikkeling van numeriek bestuurde freesmachines. Wel werd soms het kopiëeren op kopiëerfreesbanken reeds toegepast, doch deze methode is voor het modelmaken minder geslaagd, omdat er van elk produkt meestal slechts één exemplaar nodig is; trouwens het probleem wordt slechts verschoven naar het fabriceren van de 'moeder'. Numerieke besturing kreeg vooral belangstelling toen door het in gebruik nemen van elektronische rekenmachines het berekeningsprobleem opgelost scheen en informatieverstrekking kon plaats hebben zonder tussenkomst van maattabellen.

Ook bij het Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation te Wageningen werd dit probleem actueel door de steeds groter wordende behoefte aan scheepsschroefjes voor voortstuwings- en cavitatieonderzoek. Doordat het instituut de beschikking kreeg over een elektronische rekenmachine, waarmee o.a. schroefberekeningen worden uitgevoerd, was het mogelijk, de schroefvorm op een ponsband vast te leggen. Door Hollandse Signaalapparaten is in samenwerking met het N.S.P. een installatie ontwikkeld voor het nauwkeurig nabewerken van twee- tot zesbladige schroeven uit een voorgegoten bronzen of aluminium model met 1 á 2 mm bewerkingstoegift. De bewerkingsnauwkeurigheid is ca 25 $\mu$, de ruwheid van het bewerkte oppervlak beter dan 500 ru. Een vierbladige schroef van 250 mm ø kan bij twee bewerkingsgangen in ongeveer acht uur worden gefreesd.

## 2. Informatiestroomschema

Aan de installatie wordt aangeboden een hoeveelheid coördinaten-informatie op ponsband, die verstrekt is door de algemene rekenmachine. Deze informatie wordt door de rekenaar van de installatie verwerkt tot stuursignalen voor de sledebewegingen

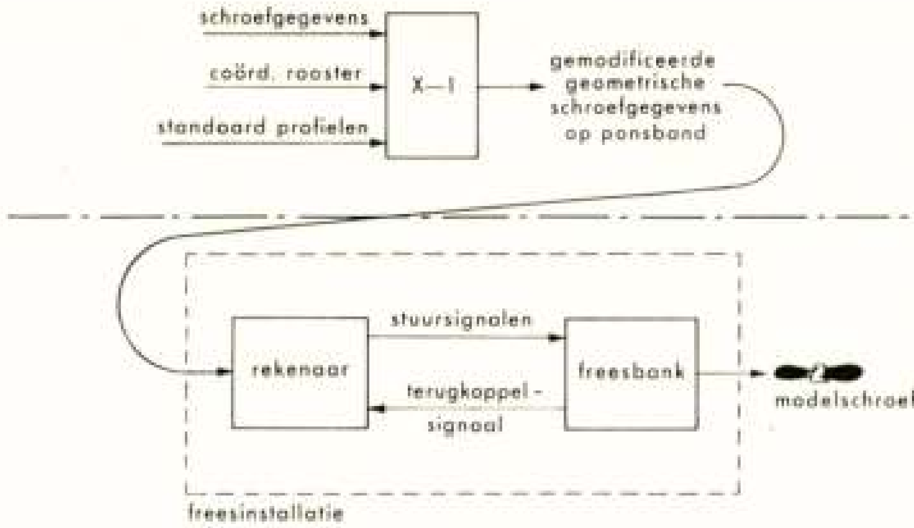



Fig. 1
Informatiestroomschema bij de numerieke bewerking van scheepschroefmodellen

van het gereedschapswerktuig (fig. 1). Deze bewegingen zijn (fig. 2) in de eerste plaats een heen- en weergaande rotatie van een draaitafel, waarop het werkstuk wordt gespannen ($\varphi$-beweging). In de tweede plaats een stapsgewijze translatie van de horizontale slede, die de draaitafel draagt ($r$-beweging), en tenslotte een continue op- en neergaande beweging van de verticale slede, waaraan de freesspil is gemonteerd ($z$-beweging).

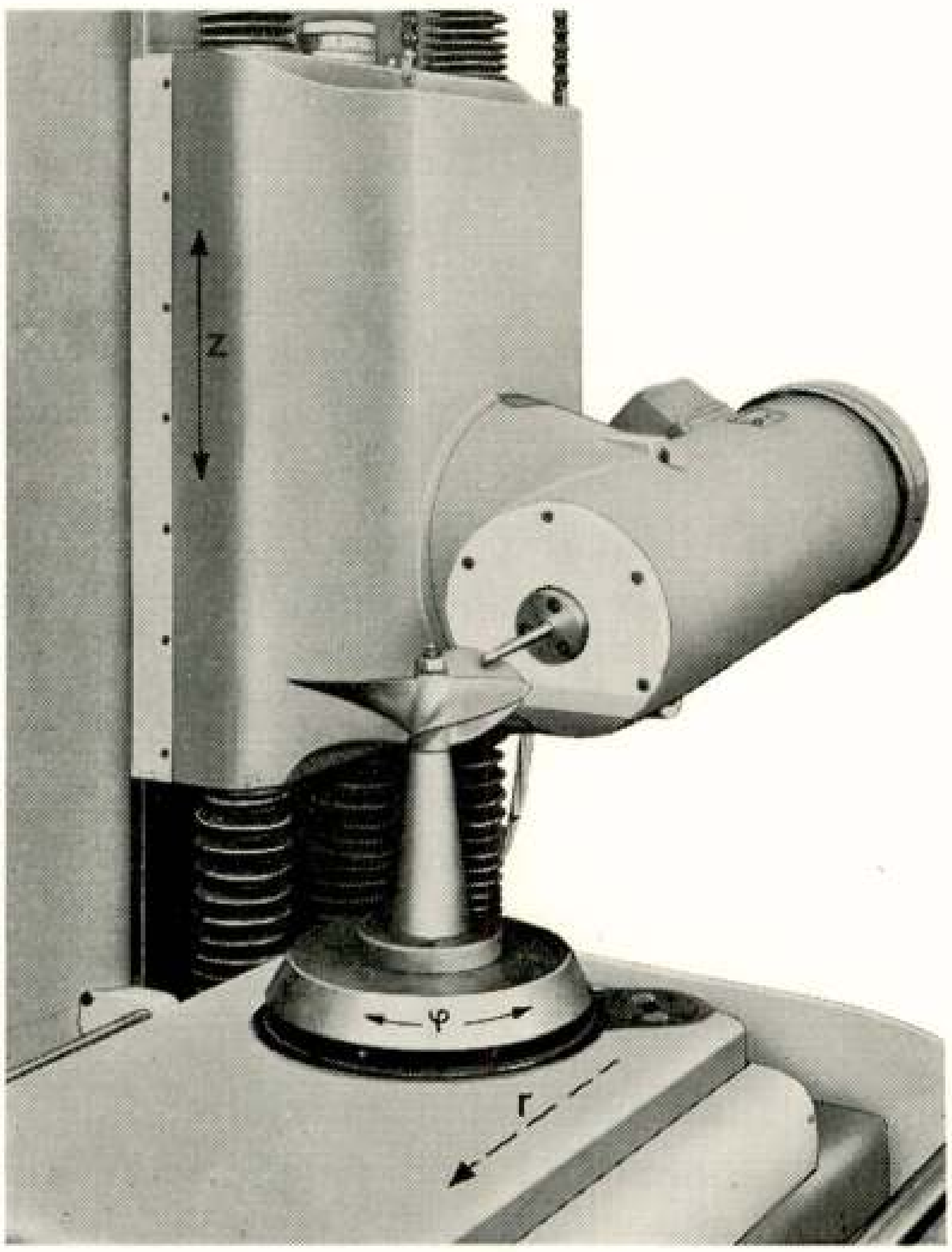



Fig. 2
De drie coördinaatbewegingen bij de freesbank. Aan de verticale slede de freespil met bolkopfrees

Draaitafel en sleden worden aangedreven door elektrische servomotoren, die zijn opgenomen in een servo-kring, waarvan

naar het begin (er wordt een eindloze band gebruikt hetgeen mogelijk is dank zij de vrij kleine bandlengtes) en het proces kan opnieuw beginnen.

De interpolatie- en generatieberekeningen worden uitgevoerd door een digitale rekenaar, die in deze installatie enkele belangrijke voordelen heeft ten opzichte van een analoge rekenaar.

De invoer van de rekenaar, waarvan fig. 5 het blokschema geeft, is in eerste instantie het buffergeheugen (voor ponsband-informatie) en een tweetal tellers voor roostergeneratie ($r\varphi/\alpha$-teller en $\beta$-register); met behulp hiervan kunnen de drie coördidaten $z$, $r$ en $\varphi$ vrijwel continu worden berekend. Deze waarden worden dan vergeleken met de drie werkelijke posities van de sleden, respectievelijk van de draaitafel. Hiertoe worden de analoge signalen van de meetsystemen (synchro's) bij toerbeurt omgezet in een digitaal getal (a/d-omzetter) en aan de rekenaar aangeboden, wanneer die daarom vraagt. Het berekende verschil, d.i. de fout, wordt tot de volgende rekencyclus opgeslagen in een houdregister (voor elke coördinaat één). De inhoud hiervan wordt geanalogiseerd tot een spanning $\varepsilon$, die op zijn beurt wordt versterkt en omgezet in een stuurstroom voor de servomotor. Hieraan zijn door middel van tandwieloverbrengingen gekoppeld de slede, resp. draaitafel en het meetsysteem van de betreffende coördinaat. De motor blijft nu draaien, tot de fout nul is geworden, dat is, wanneer de werkelijke positie overeenstemt met de gevraagde, door de de rekenaar bepaalde, positie.

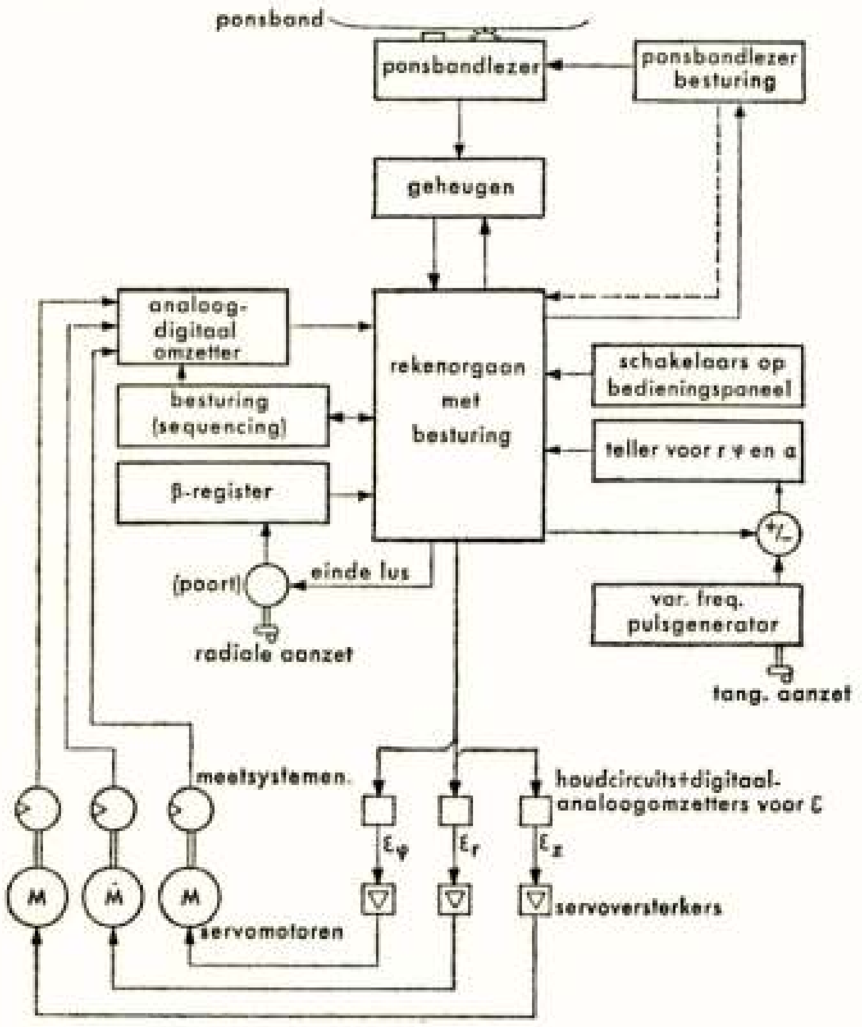



Fig. 5

Vereenvoudigd blokschema van het reken/servogedeelte van de installatie. Meetsystemen en servomotoren bevinden zich op de freesbank en zijn daar gekoppeld aan de sleden

## 4. Slotopmerkingen

Behalve van de ponsband en de a/d-omzetter ontvangt de

rekenaar ook nog informatie van een aantal schakelaars op het bedieningspaneel, zoals: aantal bladen, freesdiameter en freesdiameterafwijking (dit ten behoeve van een correctie op de equidistante), bewerkingstoegift bij voorfrezen (eveneens voor een coördinaatcorrectie), aantal bewerkingsgangen, radiale aanzet (grootte van de stapjes in radiale richting) en tangentiale aanzetsnelheid. Het is daarmee mogelijk, de schroef volledig automatisch te frezen. Mocht het ondanks het gebruik van hardmetalen bolfrezen nodig zijn, het snijgereedschap tussentijds te verwisselen, dan kan men de cyclus op van te voren te kiezen momenten laten onderbreken (b.v. na elke lus, na elk blad).

De rekenmachine en de servo-elektronica zijn geheel uitgevoerd in halfgeleider-circuits. Voor het geheugen zijn ferrietringetjes gebruikt; het rekenprogramma is vastgelegd in een apart ringengeheugen door middel van een speciaal weefpatroon. Deze facetten vergroten uiteraard de bedrijfszekerheid.

Toch vindt in deze machine een uitgebreide zelfcontrole plaats, die erop gericht is de servomotoren onmiddellijk te stoppen zodra er iets fout is en, bij voorkeur, voordat hieruit een fout in het werkstuk heeft geresulteerd. In verband met de lange cyclustijden (acht uur of langer voor een gemiddelde schroef) en het niet direct voorhanden zijn van een nieuw gietmodel, zou een werkstukfout namelijk zeer storend zijn.

Met behulp van een uitwisselbaar testprogramma, een ingebouwd indicatorlampentableau en een extern aan te sluiten testeenheid, is de werking van de rekenaar gemakkelijk te controleren en kunnen defecten in het algemeen tijdig worden gedetecteerd en betrekkelijk snel worden gelokaliseerd.

*Manuscript ontvangen 22 januari 1963.*

## ITU-CONFERENTIE VOOR RUIMTECOMMUNICATIE

De voornaamste taak van deze conferentie (Genève 7 oktober - 8 november 1963) die werd bijgewoond door meer dan 400 gedelegeerden uit 70 bij de Internationale Telecommunicatie Unie aangesloten landen was het vaststellen van frequenties voor verschillende toepassingen in verband met het ruimte-onderzoek, alsmede de daarmede samenhangende herziening van de zg. Radio Regulations, het basis-document voor het gebruik van radio in de wereld. Deze Regulations werden voor het laatst herzien in 1959 (zie Tijdschrift Nederlands Radiogenootschap 26 (1961) p. 17); de snelle groei der ruimte-activiteiten maakte achter het vaststellen van een voldoend aantal frequenties voor dit doel tot een urgent vraagstuk.

De conferentie heeft na 5 weken vergaderen onder voorzitterschap van Mr Gunnar Pedersen, directeur-generaal van de Deense PTT een totale bandbreedte van 6076,462 MHz toegewezen aan de verschillende vormen van ruimte-onderzoek, ten dele zijn deze frequenties exclusief, de rest moet met andere diensten gemeenschappelijk worden gebruikt. Terwijl in 1959 slechts 1% van het frequentiespectrum voor gebruik in de ruimte beschikbaar werd gesteld is nu 15% beschikbaar.

Een gedetailleerd overzicht wordt in onderstaande tabel gegeven, hierbij wordt met Region 1 bedoeld Europa, Afrika en het midden-oosten, met Region 2 de beide Amerika's, terwijl Region 3 Azië en Australië omvat.

* gemeenschappelijk met andere diensten

** exclusieve banden

| Frequentiebanden | | | | Bestemming |
|---|---|---|---|---|
| *decametergolven* | | | | |
| 15762 - 15768 | kHz | * | | ruimte-onderzoek |
| 18030 - 18036 | kHz | * | | ,, |
| *metergolven* | | | | |
| 30,005 - 30,010 | MHz | * | | ruimte-onderzoek en satelliet-identificatie |
| 37,75 - 38,25 | MHz | * | | radio-astronomie |
| 73 - 74,6 | MHz | ** | | ,, |
| 136 - 137 | MHz | * <br> ** | (Region 1 en 3) <br> (Region 2) | ruimte-onderzoek (verremeting en volgsystemen) |
| 137 - 138 | MHz | * | | meteosatellieten, ruimte-onderz. (verremeting en volgsystemen) |
| 143,6 - 143,65 | MHz | * | | ruimte-onderzoek (verremeting en volgsystemen) |
| 149,9 - 150,05 | MHz | ** | | radionavigatiesatellieten |
| 267 - 273 | MHz | * | | verremeting |
| *decimetergolven* | | | | |
| 399,9 - 400,05 | MHz | ** | | radionavigatiesatellieten |
| 400,05 - 401 | MHz | * | | meteosatellieten (verremeting t.b.v. onderhoud), ruimteonderz. (verremeting en volgsystemen) |
| 401 - 402 | MHz | * | | verremeting |
| 460 - 470 | MHz | * | | meteosatellieten |
| 1400 - 1427 | MHz | ** | | radio-astronomie |
| 1427 - 1429 | MHz | * | | afstandsbesturing |
| 1525 - 1535 | MHz | * | | verremeting |
| 1535 - 1540 | MHz | ** | | ,, |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1660 - 1670 | MHz | * | | meteosatellieten |
| 1664,4 - 1668,4 | MHz | * | | radio-astronomie |
| 1690 - 1700 | MHz | * | | meteosatellieten |
| 1700 - 1710 | MHz | * | | ruimte-onderzoek (verremeting en volgsystemen) |
| 1770 - 1790 | MHz | * | | meteosatellieten |
| 2290 - 2300 | MHz | * | | ruimte-onderzoek (verremeting en volgsystemen) |
| 2690 - 2700 | MHz | ** | | radio-astronomie |

*centimetergolven*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3400 - 4200 | MHz | * | | communicatiesatellieten (satelliet-aarde) |
| 4400 - 4700 | MHz | * | | communicatiesatellieten (satelliet-aarde) |
| 4990 - 5000 | MHz | * | (Region 1 en 3) | radio-astronomie |
| | | ** | (Region 2) | |
| 5250 - 5255 | MHz | * | | ruimte-onderzoek |
| 5670 - 5725 | MHz | * | | ,, |
| 5725 - 5850 | MHz | * | (Region 1) | communicatiesatellieten (aarde-satelliet) |
| 5850 - 5925 | MHz | * | (Region 1 en 3) | communicatiesatellieten (aarde-satelliet) |
| 5925 - 6425 | MHz | * | | communicatiesatellieten (aarde-satelliet) |
| 7250 - 7300 | MHz | ** | | communicatiesatellieten (satelliet-aarde) |
| 7300 - 7750 | MHz | * | | communicatiesatellieten (satelliet-aarde) |
| 7900 - 7975 | MHz | * | | communicatiesatellieten (aarde-satelliet) |
| 7975 - 8025 | MHz | ** | | communicatiesatellieten (aarde-satelliet) |
| 8025 - 8400 | MHz | * | | communicatiesatellieten (aarde-satelliet) |
| 8400 - 8500 | MHz | * | (Region 1 en 3) | ruimte-onderzoek |
| | | ** | (Region 2) | |
| 10,68 - 10,7 | GHz | ** | | radio-astronomie |
| 14,3 - 14,4 | GHz | ** | | radionavigatie-satellieten |
| 15,25 - 15,35 | GHz | ** | | ruimte-onderzoek |
| 15,35 - 15,4 | GHz | ** | | radio-astronomie |
| 19,3 - 19,4 | GHz | ** | | ,, |

*millimetergolven*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 31 - 31,3 | GHz | * | | ruimte-onderzoek |
| 31,3 - 31,5 | GHz | ** | | radio-astronomie |
| 31,5 - 31,8 | GHz | * | (Region 1 en 3) | ruimte-onderzoek |
| | | ** | (Region 2) | |
| 31,8 - 32,3 | GHz | * | | ruimte-onderzoek |
| 33 - 33,4 | GHz | * | (Region 1) | radio-astronomie |
| 34,2 - 35,2 | GHz | * | | ruimte-onderzoek |

De conferentie nam ook een aantal herzieningen van en toevoegingen aan andere delen van de Radio Regulations aan. Deze hadden betrekking op de algemene regels voor het toewijzen en gebruiken van frequenties; bekendmaking en registratie van frequenties in het "Master International Frequency Register" dat wordt bijgehouden door de "International Frequency Registration Board" (IFRB) een permanent orgaan van de ITU; de identificatie van stations; termen en definities; en speciale regels betrekking hebbend op bijzondere diensten. Een en ander werd noodzakelijk om voorzieningen te treffen voor de ruimtetoepassingen.

Daarenboven nam de vergadering een aantal belangrijke resoluties en recommandaties aan. Een van de recommandaties heeft betrekking op de in de toekomst door de ITU te ondernemen acties in het licht van de toekomstige ontwikkelingen in de ruimtecommunicatie. Aanbevolen wordt dat Members en Associate-members van de Unie gegevens ter beschikking stellen van de daartoe geëigende permanente organen van de ITU; dat de Administrative Council jaarlijks een overzicht geeft van de voortgang van de Administraties op het gebied der ruimte-communicatie en, in het licht van dit overzicht, de bijeenkomst van een buitengewone administratieve conferentie aanbeveelt ter verdere reglementering van het gebruik van de nu toegewezen frequentiebanden. Tenslotte zal de bekendmaking en de registratie van frequentietoewijzingen aan ruimte-diensten plaats vinden volgens de procedures door deze vergadering aangenomen tot het tijdstip waarop een toekomstige vergadering hierin wijzigingen aanbrengt.

Een van de belangrijkste resoluties handelt over ruimtevaartuigen in nood, en merkt op dat de frequentie van 20.007 kHz door de vergadering voor dit doel is gereserveerd en besluit dat voorlopig het noodsignaal door schepen en vliegtuigen gebruikt (SOS voor radiotelegrafie en MAY DAY voor radiotelefonie) ook door ruimtevaartuigen moet worden gebezigd.

Een andere recommandatie gericht aan het CCIR, brengt naar voren dat het gebruik van satellieten voor omroepdoeleinden, zowel voor geluids- als voor televisie-omroep, in de toekomst wellicht mogelijk is en dringt er bij het CCIR op aan de studie van de technische mogelijkheden van omroepsatellieten te bevorderen.

Een volgende recommandatie doet een beroep op de komende luchtvaartkundige conferentie van de ITU om frequentiebanden tussen 2850 en 22000 kHz beschikbaar te stellen voor communicatie bij routinevluchten van transport-ruimtevaartuigen tussen punten op aarde.

Tenslotte werd een recommandatie aangenomen waarin wordt erkend "that all Members and Associate Members of the Union have an interest in and right to an equitable and rational use of frequency bands allocated for space communications". Aanbevolen wordt dat het gebruik en de exploitatie van het frequentiespectrum voor ruimtecommunicatie onderworpen zal zijn aan internationale afspraken die op recht en billijkheid zijn gebaseerd waardoor het gebruik en het gemeenschappelijk gebruik van toegewezen frequentiebanden tot wederkerig belang van alle naties, gewaarborgd is.

De vergadering, die steeds heeft gewerkt in een geest van harmonie en samenwerking kan terugzien op succesvolle overeenkomsten inzake de zeer moeilijke technische problemen die aan de orde kwamen.

---

## NATO-COMMUNICATIENET

Het laatste station van het thans voltooide ACE HIGH-communicatienet, dat zich uitstrekt over een afstand van meer dan 13000 km van de noordpunt van Noorwegen tot de oostelijke grens van Turkije, is overgenomen door Supreme Headquarters Allied Powers Europe, in naam van de Noord-Atlantische Verdrags Organisatie.

Het station werd overgenomen van International Standard Engineering Incorporated, een maatschappij van het International Telephone and Telegraph System. ACE HIGH is het grootste communicatiesysteem waarvan opzet, ontwikkeling, installatie en inbedrijfstelling ooit in één project, uit internationale fondsen gefinancierd, werden samengevat.

Dit communicatienet werd ontworpen om te voldoen aan speciale eisen van "*A*llied *C*ommand *E*urope" voor een betrouwbaar, veilig en snel communicatiesysteem tussen alle bevelhebbers in het Europese gebied. Het ACE HIGH-net bestaat uit 82 stations, waarvan ongeveer de helft is ingericht voor communicatie door middel van troposferische verstrooiing, terwijl de overige verbonden worden door straalverbindingen met optisch zicht.

Het systeem verschaft de geallieerde opperbevelhebber (SACEUR) meer dan 250 telefonie-kanalen en 180 telegrafie-kanalen. De capaciteit van de hoofdroute is beperkt tot 36 kanalen, hoewel in het ontwerp rekening is gehouden met mogelijke uitbreiding. Ieder telefonie-kanaal kan door middel van z.g. multiplex-appa-

ratuur gebruikt worden voor de overdracht van 12 of 18 telegrafie-kanalen.

Bovendien zal het geallieerde oppercommando gebruik blijven maken van grote hoeveelheden verbindingen die reeds beschikbaar zijn in de telefoonnetten van de Europese NATO-landen om de capaciteit van het ACE HIGH-net aan te vullen.

ACE HIGH is tot stand gekomen door samenwerking van alle NATO leden en is als zodanig waarschijnlijk een voorbeeld van internationale samenwerking zonder weerga in de geschiedenis.
De stations zijn verdeeld over het territorium van 9 van de 15 NATO landen, t.w. Noorwegen, Denemarken, West-Duitsland, Groot-Brittannië, Nederland, Frankrijk, Italië, Griekenland en Turkije.

Het gehele net is naarmate de voltooiing voortschreed, in gedeelten in dienst genomen. Een proeftraject, dat met behulp van Amerikaanse fondsen reeds een aantal jaren geleden in Noorwegen werd gebouwd en dat sindsdien voortdurend in bedrijf is geweest, is nu ook in het ACE HIGH-net opgenomen. Ongeveer twee jaar geleden werd het eerste uit NATO-fondsen gefinancierde station door SHAPE overgenomen.

Nadat de stations door SHAPE werden overgenomen nam SHAPE ook de verantwoordelijkheid voor bedrijf en onderhoud van het net op zich. ISEI verschaft echter nog steeds technische specialisten om SHAPE te steunen in de enorme taak dit zeer ingewikkelde systeem te onderhouden en ook om het militaire personeel, dat thans de stations bemant, te instrueren.

Het centrum van dit communicatienet is het station "Paris North", ongeveer 60 km ten noorden van de Franse hoofdstad. Dit station is uitgerust met straalverbindings apparatuur voor troposferische verstrooiing en normale microgolf straalverbindings-apparatuur en bovendien met de nodige multiplex-apparatuur om de radio-signalen om te zetten in telefonie- en telegrafie-signalen.

Er zijn twee verbindingen van Parijs naar Noorwegen: een via Frankrijk, Duitsland en Denemarken en de andere via Londen, Noord-Engeland en de Shetland-eilanden. Het centrum van het gehele netwerk is ondergebracht bij SHAPE, enkele kilometers buiten Parijs.

---

## CONGRESSEN e.d.

*13e Internationale Salon voor Uitvinders.*

Van 6 — 15 maart 1964 wordt de 13e salon voor uitvinders te Brussel gehouden. Inlichtingen: Bureau voor Uitvinders, "Nilmij" — gebouw, Rokin 9-15 in Amsterdam.

*5e Internationale Microgolfbuizen-Congres.*

Na het 4e door het NERG in 1962 in Scheveningen georganiseerde microgolfbuizen-congres wordt het volgende congres in deze serie gehouden in Parijs van 14 — 18 september 1964. De organisatie is in handen van La société française des électroniciens et des radioélectriciens en La société française des ingénieurs et techniciens du vide.
Adres: 5e Congrès international "Tubes pour hyperfréquences", Boîte Postale 20 Bagneux (Seine), France.

---

## BOEKBESPREKINGEN

*"ABC van de Elektrontechnologie"*, deel I ,door J. G. R. van Dyck. Idocetstraling, Antwerpen, 1963, 110 blz. Prijs B. frs 65.

Dit eerste deel geeft een overzicht van de gebruikte materialen in lexicon-vorm zoals de titel reeds suggereert. Een bezwaar van deze vorm is de min of meer noodzakelijke beknoptheid met het gevaar van onvolledigheid dat hiermede verbonden is. Zo stelt de schrijver b.v. bij de "isoleerstoffen" terecht dat de tg $\delta$ frequentie-afhankelijk is, maar geeft daarna voor een aantal h.f. isolatie-materialen de tg $\delta$ zonder vermelding van de bijbehorende frequentie. Voor een eerste oriëntatie over een bepaald onderwerp is het boekje echter wel geschikt.

L. K.

*Précis d'électromagnétisme théorique*, door P. Poincelot, Dunod (Paris) 1963, 456 bladzijden, 189 figuren. Prijs 76 F.

Een uitvoerige behandeling van de theorie van Maxwell en diens talrijke toepassingsgebieden. Van de laatste worden in het bijzonder besproken elektrostatica, gepolariseerde media, de velden van statische en van stralende dipolen, de coaxiale kabel, het skin-effect, trilholtes en elektromagnetische diffractieproblemen (met het daarbij behorende principe van Babinet).

Van vele andere boeken op hetzelfde terrein onderscheidt dit zich door het veelvuldig gebruik van tensornotaties en van de Riemannse differentiaalmeetkunde, de laatste vooral met betrekking tot orthogonale kromlijnige coördinaten. Deze behandelingswijze treedt vooral op de voorgrond bij de navolgende onderwerpen: diffractieverschijnselen nabij een scherpe rand (warbij voor deze laatste van een willekeurige ruimtekromme uitgegaan wordt), de vierdimensionale behandeling van de Maxwell-vergelijkingen met behulp van het lijnelement van de speciale relativiteitstheorie, de zeer algemene afleiding van TE- en TM-modi en de daarmee verwante berekeningen gebaseerd op Hertzsche potentialen. Voorts spelen energetische beschouwingen een grote rol bij het verduidelijken van vele onderwerpen.

Na een inleidend hoofdstuk over talrijke vectoridentiteiten in veldentheoriën volgt een algemene uiteenzetting van de vergelijkingen van Maxwell zonder eerst op de eenvoudiger statische toestanden in te gaan. In de daarop aansluitende bespreking van de randvoorwaarden aan grensvlakken wordt de betekenis van oppervlakte-impedanties uitvoerig uiteengezet. Het gedeelte over elektrostatica wordt door vele interessante voorbeelden toegelicht zoals krachtlijnenbuizen die twee geleiders verbinden, holle geleiders met daarbinnen gelegen kleinere geleiders, en de samenhang van de veldverandering langs krachtlijnen met de kromming van de bijbehorende equipotentiaalvlakken.

Bepaalde onderwerpen worden veel uitvoeriger behandeld dan in soortgelijke boeken. We noemen in dit verband de theorie van wederkerige capaciteiten, de elektrostatische ladingsverdeling over omwentelingsellipsoides, toepassingen van de Lorentz-transformatie ter bepaling van de elektromagnetische velden waargenomen in een bewegend stelsel, het verband tussen scalaire en vectorpotentiaal bij de behandeling van langzame verschijnselen in isotrope gepolarizeerde media, en diffractieproblemen die leiden tot oneindige reeksen in sferische besselfuncties, bolfuncties en sferoidale functies.

Van slechts enkele onderwerpen, zoals de conforme afbeelding bij tweedimensionale elektrostatische problemen, en inschakelverschijnselen zoals deze zich in het bijzonder voordoen bij kabels, had men in verband met het geheel een uitvoeriger behandeling kunnen verwachten.

In een speciaal hoofdstuk wordt het MKS stelsel behandeld met een duidelijk overzicht van de definities van alle daarbij optredende eenheden.

H. B.

---

## Uit het N.E.R.G.

### NIEUWE LEDEN

Ir. J. Dijk, Nic Beetsstraat 39, Eindhoven.
Ir. A. van der Ree, Reigerslaan 2, Voorhout.
Ir. W. F. Reeser, Nachtegaalplein 21, Den Haag.
Ir. J. R. Reynders, Oude Amersfoortseweg 309, Hilversum.
Ir. J. E. Rooyackers, Veldmaarschalk Montgomerylaan 707, Eindhoven.
Ir. J. Th. R. Schreuder, Schout van Eyklaan 34, Leidschendam.
Ir. A. Vermeer, Joh v. d. Waalsstraat 60 II, Amsterdam (O).
Ir. W. Versnel, v. d. Meystraat 37, Eindhoven.

---

### VOORGESTELDE LEDEN

Ir. J. F. van der Brugge, Bosrand 3, Dwingeloo.
E. van Eldik, Hilvertsweg 254, Hilversum.
Ir. L. K. Regenbogen, Dr. H. Colijnlaan 144, Rijswijk (Z.H.).
Ir. T. W. van Steenbergen, Thorbeckestraat 6, Huizen (N.H.).

**NIEUWE ADRESSEN VAN LEDEN**

Dr. H. Bruining, p.a. Philips Zentrallaboratorium, Weisshausstrasse, 51 Aachen, W.Deutschland.
Ir. J. T. de Jager, Boxbergerweg 97, Diepenveen.
Ir. B. F. Jurgens, van Renesseweg 3, Eindhoven.
H. M. Koch, p.a. SETEL, 89 Rue la Boëtie, Paris 8c, France.
Ir. C. Kraaij, Margrietlaan 9, Nieuwkoop.
Ir. R. van Raamsdonk, Händellaan 46, Den Haag-13.

---

**BEDANKT ALS LID**

Ir. L. G. Wubben, Jan van Eyckgracht 193, Eindhoven.

---

*Dit nummer werd gedrukt op 3 februari 1964.*